



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11004288 A**(43) Date of publication of application: **06 . 01 . 99**

(51) Int. Cl.

H04M 1/60
G10K 11/178
G10L 3/02
H04B 3/23
H04R 3/02

(21) Application number: **09153428**(22) Date of filing: **11 . 06 . 97**(71) Applicant: **OKI ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **TAKADA SHINSUKE**
ARIYAMA YOSHIHIRO

(54) **ECHO CANCELER DEVICE**

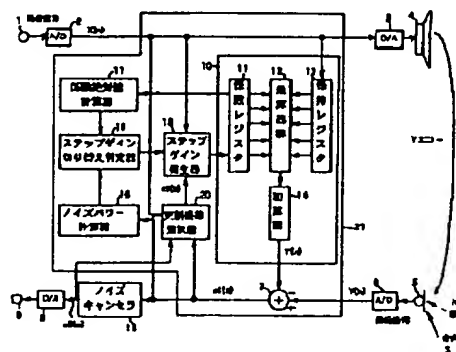
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To further improve echo elimination characteristics without depending on the quality of a background noise by detecting a boundary tap position between a tap coefficient which is strongly influenced by a background noise component and a tap coefficient which is weakly influenced by the background noise component, switching a step gain before and after the boundary tap position and updating the tap coefficient of an adaptive filter.

SOLUTION: An adaptive filter 10 forms a pseudo echo signal $Y'(n)$ on the basis of a sample group of a receive signal $X(n)$ from an A/D converter 2 and eliminates an echo component contained in a signal $Y(n)$ outputted from an A/D converter 6 in an echo compensation adder 7. A noise canceler 19 estimates a background noise and executes a component elimination by a frequency subtraction method or the like. An updating residual difference selector 20 judges the amount of the background noise component and the boundary and makes a value of a step gain execute a selective generation of either big or small. The adaptive filter 10 optimally updates the tap coefficient

without being influenced by a statistic quality of the noise component.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



【特許請求の範囲】

【請求項1】 適応フィルタが発生した疑似エコー信号を送信信号から減算することにより、送信信号に混入されているエコー成分を除去するエコーキャンセラ装置において、

背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を1又は複数検出する雑音影響タップ境界位置決定手段と、

決定された境界タップ位置の前後で、上記適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有することを特徴とするエコーキャンセラ装置。

【請求項2】 上記雑音影響タップ境界位置決定手段が、

各タップ係数の絶対値又は2乗を演算した後、最も若い番号のタップ側からの m (m は1からタップ数までのそれぞれの数)個の演算結果の単純平均値又は平滑演算値を求める係数情報計算部と、

エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分のパワー情報を得るノイズパワー計算部と、

上記係数情報計算部によるタップ数個の単純平均値又は平滑演算値、及び、上記ノイズパワー計算部による背景雑音成分のパワー情報に基づいて、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を決定する境界決定部とからなることを特徴とする請求項1に記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項3】 適応フィルタが発生した疑似エコー信号を送信信号から減算することにより、送信信号に混入されているエコー成分を除去するエコーキャンセラ装置において、

エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分の多少を検出し、多少の段階を示す情報を出力する背景雑音成分量検出手段と、

背景雑音成分の多少の段階によって、上記適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有することを特徴とするエコーキャンセラ装置。

【請求項4】 エコー成分除去後の信号に含まれている背景雑音成分を除去するノイズキャンセラ手段と、

背景雑音成分の多少の段階によって、上記適応フィルタの更新に利用するエコー残差情報として、上記ノイズキャンセラ手段への入力信号又は上記ノイズキャンセラ手段からの出力信号を選択する残差選択手段とをさらに有することを特徴とする請求項3に記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項5】 適応フィルタが発生した疑似エコー信号を送信信号から減算することにより、送信信号に混入されているエコー成分を除去するエコーキャンセラ装置に

において、

背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を1又は複数検出する雑音影響タップ境界位置決定手段と、

エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分の多少を検出し、多少の段階を示す情報を出力する背景雑音成分量検出手段と、

上記雑音影響タップ境界位置決定手段によって決定された境界タップ位置情報と、上記背景雑音成分量検出手段によって検出された背景雑音成分の多少の段階とに基づいて、上記適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有することを特徴とするエコーキャンセラ装置。

【請求項6】 上記雑音影響タップ境界位置決定手段が、

各タップ係数の絶対値又は2乗を演算した後、最も若い番号のタップ側からの m (m は1からタップ数までのそれぞれの数)個の演算結果の単純平均値又は平滑演算値を求める係数情報計算部と、

エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分のパワー情報を得るノイズパワー計算部と、

上記係数情報計算部によるタップ数個の単純平均値又は平滑演算値、及び、上記ノイズパワー計算部による背景雑音成分のパワー情報に基づいて、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を決定する境界決定部とからなることを特徴とする請求項5に記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項7】 エコー成分除去後の信号に含まれている背景雑音成分を除去するノイズキャンセラ手段と、

背景雑音成分の多少の段階によって、上記適応フィルタの更新に利用するエコー残差情報として、上記ノイズキャンセラ手段への入力信号又は上記ノイズキャンセラ手段からの出力信号を選択する残差選択手段とをさらに有することを特徴とする請求項5又は6に記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項8】 上記背景雑音成分量検出手段が背景雑音成分の多少を3段階で検出するものであり、

少ない段階のときに、上記残差選択手段が、上記ノイズキャンセラ手段への入力信号を選択すると共に、上記ステップゲイン決定手段が、決定された境界タップ位置の前後で、上記適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替え、

多い段階のときに、上記残差選択手段が、上記ノイズキャンセラ手段からの出力信号を選択すると共に、上記ステップゲイン決定手段が、上記適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインとして全タップに共通のステップゲインを決定し、

中間段階のときに、上記残差選択手段が、上記ノイズキ

キャンセラ手段からの出力信号を選択すると共に、上記適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えることを特徴とする請求項7に記載のエコーキャンセラ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力音声信号に含まれているエコー成分を除去するエコーキャンセラ装置に関し、例えば、エコーキャンセラの後段に背景雑音成分を除去するノイズキャンセラを備えるものに適用して好適なものである。本発明のエコーキャンセラ装置は、例えば、電話端末、テレビ会議装置、自動車ナビゲーション装置などの音声入力装置に使用される。

【0002】

【従来の技術】

文献『藤井健作、大賀寿郎著、「音響エコーキャンセラに有用な無音声雑音区間における適応タップ係数の更新継続法」、電子情報通信学会論文誌A、Vol.J78-A、No.11、pp.1403-1409、1995年11月』

従来、この種のエコーキャンセラ装置として、上記文献に開示されるものがあつた。図2は、この従来の技術の構成を示すブロック図である。

【0003】図2において、受信信号入力端子100から入力された受信信号は、アナログ/デジタル変換器（以下、A/D変換器と呼ぶ）101に入力され、デジタル信号 $X(n)$ に変換される（ここで、パラメータ n はサンプリング順序を表している）。このデジタル受信信号 $X(n)$ は、エコーキャンセラ109に入力されると共に、デジタル/アナログ変換器（以下、D/A変換器と呼ぶ）102に入力される。

【0004】デジタル受信信号 $X(n)$ は、D/A変換器102においてアナログ信号へと変換されてスピーカ103へ出力され、スピーカ103から発音出力される。この発音出力された音響の一部は、室内空間（エコーパス）を経由し、エコー Y としてマイクロホン104へ到達する。

【0005】マイクロホン104で捕捉（音響/電気変換）されて得られた信号は、音響がエコーパスを経由することにより、エコーパスの伝達関数の影響を受けた信号となっている。マイクロホン104によって得られた信号には、エコー E だけではなく、背景雑音 N 、送話者音声 S 等の成分が重畳されている。この信号が、A/D変換器105によってデジタル信号に変換されてエコーキャンセラ109に入力される。

【0006】この従来例の場合、エコーキャンセラ109は図示しないダブルトーク検出器を備え、ダブルトーク検出器が、マイクロホン104からの入力信号に背景雑音 N や送話者音声 S の成分が混入しない状態（以下、シングルトーク状態と呼ぶ）のときのみ、適応フィルタ

114のタップ係数の係数更新動作を行う。このシングルトーク状態のときには、A/D変換器105の出力には、エコー Y に対応したデジタルサンプリング値（エコー信号） $Y(n)$ だけが存在している。

【0007】エコーキャンセラ109は、適応フィルタ114及びエコー打ち消し用加算器106からなり、適応フィルタ114がエコー信号 $Y(n)$ を推定して疑似エコー信号 $Y'(n)$ を作成してエコー打ち消し用加算器106に inputs。そして、エコー打ち消し用加算器106において、A/D変換器105からの出力信号 $Y(n)$ から推定した疑似エコー信号 $Y'(n)$ を減算してエコー残差 $e(n)$ を作成する。このエコー残差 $e(n)$ が、適応フィルタ114にフィードバックされてタップ係数の見直し、更新が実行される。

【0008】当然に、A/D変換器105からの出力信号に送話者音声成分があるときも、疑似エコー成分 $Y'(n)$ の除去動作がなされるが、この際のエコー打ち消し用加算器106の出力信号は、タップ係数の見直し、更新には利用されない。

【0009】エコーキャンセラ109の適応フィルタ114は、係数レジスタ（係数の更新演算構成を含むものとする）110、乗算器群111、保持レジスタ112及び加算器113で構成されている。

【0010】疑似エコー信号 $Y'(n)$ は、適応フィルタ114において、以下のように作成される。

【0011】現在時刻 n を含め現在時刻 n から過去にさかのぼった I （ I は適応フィルタ114のタップ数）個の受信信号系列 $X(n-I-1) \sim X(n)$ は保持レジスタ112に蓄えられる。

【0012】ここで、時刻 n で保持レジスタ112に蓄えられている I 個の受信信号系列 $X(n-I-1) \sim X(n)$ はそれぞれ、タップ位置を表すパラメータを用いた表現では、 $X_n(I) \sim X_n(1)$ で表すことができる。タップ位置を表すパラメータを用いた表現において、括弧内はタップ位置を表し、添字 n は時刻を表している。

【0013】保持レジスタ112に蓄えられた I 個の受信信号系列 $X_n(I) \sim X_n(1)$ はそれぞれ、その時刻 n で係数レジスタ112に保持されている対応するタップ係数 $H_n(I) \sim H_n(1)$ と、乗算器群111を構成している各乗算器で乗算され、全ての乗算結果が加算器113で加算される。すなわち、加算器113からの出力は、(1)式に示すように、係数レジスタ112に保持されているタップ係数 $H_n(I) \sim H_n(1)$ と、保持レジスタに蓄えられている受信信号系列 $X_n(I) \sim X_n(1)$ の積和演算結果となり、これが疑似エコー信号 $Y'(n)$ としてエコー打ち消し用加算器106に与えられる。なお、(1)式における総和 Σ は、 m が $1 \sim I$ についてである。

【0014】

適応フィルタ114の係数レジスタ110の内容は、上述したように、送話者音声Sが存在しないときにのみ更新されるものであり、送信入力信号中に送話者音声成分があるときには更新は停止されており、その更新が停止されているタップ係数を用いて疑似エコー信号 $Y'(n)$ を作成する。従って、音声成分がタップ係数に影響を与えることがなく、そのため、送信入力信号中に送話者音声成分があるときでも良好な疑似エコー信号 $Y'(n)$ が作成される。

【0015】このような疑似エコー信号 $Y'(n)$ を作成するために用いられるタップ係数 $H_n(m)$ (m は1～I)は、シングルトーク状態において、以下のような(2)

$$H_{n+1}(m) = H_n(m) + A_n(m) / P_n$$

$$A_n(m) = \sum E_j \cdot X_j(m)$$

$$P_n = \sum [\sum X_j(i) \cdot X_j(i)]$$

ここで、 E_j は、サンプル時刻 j での加算器106からの出力(エコー残差を表している)である。實際上、マイクロホン104に入力される音響には、背景雑音 N が混入しているので、エコー残差 E_j にも雑音成分 N_j が混入されている。従って、加算器106から出力されたエ

$$E_j = e_j + N_j$$

$$A_n(m) = \sum E_j \cdot X_j(m)$$

$$= \sum (e_j + N_j) \cdot X_j(m)$$

通常は、(7)式に示すように、雑音成分 N_j の平均値(期待値)は0と仮定しており、その結果、(6)式は

$$E[N_j] = 0$$

$$A_n(m) = \sum (e_j + N_j) \cdot X_j(m)$$

$$= \sum e_j \cdot X_j(m)$$

この(8)式から、加算器106から出力されたエコー残差 E_j を用いてタップ係数を更新しても、更新を繰り返すことにより、ほぼ真のエコー残差 e_j に応じたタップ係数の更新が実行できることが分かる。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のエコーキャンセラ装置は、雑音成分の統計的性質が(7)式を満たす場合には、例えば、背景雑音が白色雑音の場合には、適切にタップ係数を更新することができる。

【0021】しかしながら、実用的には、雑音成分が、フレーム長の制限等から(7)式を満足しないことが多く、その結果、エコーキャンセラ装置に雑音の悪影響が出てしまうという課題があった。

【0022】例えば、当該エコーキャンセラ装置が適用された電話(自動車電話や携帯電話など)が自動車内にある場合には、背景雑音として短期的な平均値が0とは言い難い自動車エンジン音があり、また、当該エコーキャンセラ装置が適用された電話が室内にある場合には、背景雑音として短期的な平均値が0とは言い難い排気ダクト雑音があり、当該エコーキャンセラ装置が適用された電話(携帯電話など)が道路上などの屋外で用いられ

式～(4)式に従う手順に従って更新される。ここで、タップ係数 $H_n(m)$ は、J個のサンプルでなるフレーム期間毎に更新される。

【0016】なお、(2)式～(4)式における時刻変数 n は、(1)式のサンプル毎に変化する場合と異なって、フレーム毎に変化するものである。また、(3)式における総和 Σ は、 j が $nJ+1 \sim (n+1)J$ についてであり、(4)式における最初の総和 Σ も、 j が $nJ+1 \sim (n+1)J$ についてであり、(4)式における2番目の総和 Σ は、 i が $1 \sim I$ についてである。

【0017】

$$\dots (2)$$

$$\dots (3)$$

$$\dots (4)$$

コー残差 E_j は、(5)式に示すように、真のエコー残差 e_j 及び雑音成分 N_j の和で表され、上述した(3)式は(6)式に書き直すことができる。

【0018】

$$\dots (5)$$

$$\dots (6)$$

(8)式に置き換えることができる。

【0019】

$$\dots (7)$$

$$\dots (8)$$

た場合には、背景雑音として短期的な平均値が0とはいえない群衆ノイズがあり、實際上、雑音成分が(7)式を満足しないことの方が遙かに多い。

【0023】エコーキャンセラの後段にノイズキャンセラを備え、ノイズキャンセラからの出力信号をエコー残差の情報として用いて、タップ係数を更新するものがある。この場合には、タップ係数に用いられるエコー残差における雑音成分は小さくなるが、完全には0にはならない。そのため、雑音成分が(7)式を満足しないことによるエコーの除去精度の低下の課題が同様に生じている。

【0024】そのため、背景雑音成分の性質によらず、適応フィルタのタップ係数を適切に更新できて、エコー除去特性を一段と高めることができるエコーキャンセラ装置が望まれている。

【0025】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため、第1の本発明は、適応フィルタが発生した疑似エコー信号を送信信号から減算することにより、送信信号に混入されているエコー成分を除去するエコーキャンセラ装置において、(1)背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタッ

ブ係数との境界タップ位置を1又は複数検出する雑音影響タップ境界位置決定手段と、(2)決定された境界タップ位置の前後で、適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有することを特徴とする。

【0026】また、第2の本発明は、適応フィルタが発生した疑似エコー信号を送信信号から減算することにより、送信信号に混入されているエコー成分を除去するエコーキャンセラ装置において、(1)エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分の多少を検出し、多少の段階を示す情報を出力する背景雑音成分量検出手段と、(2)背景雑音成分の多少の段階によって、適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有することを特徴とする。

【0027】さらに、第3の本発明は、適応フィルタが発生した疑似エコー信号を送信信号から減算することにより、送信信号に混入されているエコー成分を除去するエコーキャンセラ装置において、(1)背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を1又は複数検出する雑音影響タップ境界位置決定手段と、(2)エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分の多少を検出し、多少の段階を示す情報を出力する背景雑音成分量検出手段と、(3)雑音影響タップ境界位置決定手段によって決定された境界タップ位置情報と、背景雑音成分量検出手段によって検出された背景雑音成分の多少の段階とに基づいて、適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有することを特徴とする。

【0028】いずれの本発明も、背景雑音成分の性質に応じて、適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるようにしているので、背景雑音成分の性質によらずに適応フィルタのタップ係数を適切に更新でき、エコー除去特性を一段と高めることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

(A) 第1の実施形態

以下、本発明によるエコーキャンセラ装置の第1の実施形態を図面を参照しながら詳述する。

【0030】ここで、図1がこの第1の実施形態のエコーキャンセラ装置の全体構成を示すブロック図である。なお、図1における信号を表す符号は、シングルトーク状態の信号内容に応じて付与している。

【0031】図1において、第1の実施形態のエコーキャンセラ装置は、受信端子1、A/D変換器2及び6、D/A変換器3及び8、スピーカ4、マイクロホン5、送信端子9、ノイズキャンセラ19及びエコーキャンセラ21から構成されている。

【0032】エコーキャンセラ21は、エコー打ち消し用加算器7、適応フィルタ10、ノイズパワー計算器15、ステップゲイン切り替え判定器16、係数絶対値計算器17、ステップゲイン発生器18及び更新残差選択器20を有している。適応フィルタ10は、係数レジスタ11、乗算器群12、保持レジスタ13及び総和用加算器14からなる。

【0033】A/D変換器2は、受信端子1を介して入力された対向する装置からの受信信号をデジタル信号 $X(n)$ に変換するものであり、このデジタル受信信号 $X(n)$ をエコーキャンセラ21及びD/A変換器3に出力する。

【0034】D/A変換器3は、デジタル受信信号 $X(n)$ を再びアナログ信号に変換してスピーカ4に出力するものである。

【0035】スピーカ4は、D/A変換器3からの受信信号を電気/音響変換して発音出力するものである。スピーカ4から発音出力された音響の一部が、自動車内等の反響経路(エコーパス)を経てエコーYとなってマイクロホン5に到達する。

【0036】マイクロホン5は、基本的には、送話者音声Sを音響/電気変換するものであるが、当該マイクロホン5に到達した背景雑音NやエコーYなども音響/電気変換するものである。なお、この第1の実施形態の場合には、エコーY及び雑音Nだけがマイクロホン5に入力されたときだけに適応フィルタ10のタップ係数(係数レジスタ11に保持されている)を更新する。

【0037】A/D変換器6は、マイクロホン5からの信号をデジタル信号 $Y(n)$ に変換してエコーキャンセラ21に与えるものである。

【0038】エコーキャンセラ21は、A/D変換器6から出力された信号 $Y(n)$ に含まれているエコー成分に対応した疑似エコー信号 $Y'(n)$ を作成して、A/D変換器6から出力された信号 $Y(n)$ に含まれているエコー成分を除去するものである。この除去後の信号 $e1(n)$ は、ノイズキャンセラ19に与えられる。

【0039】ノイズキャンセラ19は、エコーキャンセラ21で除去できなかった背景雑音 $N(n)$ を除去するものである。ノイズキャンセラ19による背景雑音成分の除去方法としては、例えば、公知の周波数サブトラクション法、帯域分割減衰法、適応フィルタ法などの背景雑音成分を推定して成分除去する方法であればどのような方法であっても良い。この第1の実施形態は、ノイズキャンセラ19による背景雑音成分の除去方法自体には特徴がないので、その詳細な説明は省略する。

【0040】D/A変換器8は、ノイズキャンセラ19からのデジタル出力信号 $e2(n)$ をアナログ信号に変換して送信端子9を介して対向する装置に向けて出力するものである。

【0041】次に、エコーキャンセラ21を構成する各

構成要素の機能について順次説明する。

【0042】適応フィルタ10は、A/D変換器2からの受信信号X(n)のサンプル系列に基づいて、疑似エコー信号Y'(n)を形成するものである。

【0043】適応フィルタ10における保持レジスタ13は、A/D変換器2からの受信信号X(n)を当該適応フィルタのタップ数分だけ保持するものである。適応フィルタ10における係数レジスタ11は、タップ数分のタップ係数を保持しているものである。乗算器群12を構成している各乗算器はそれぞれ、同一タップに係る受信信号サンプルとタップ係数とを乗算するものである。適応フィルタ10における総和用加算器14は、各乗算結果の総和を求めて、疑似エコー信号Y'(n)としてエコー打ち消し用加算器7に出力するものである。

【0044】エコー打ち消し用加算器7は、A/D変換器6から出力された信号Y(n)から、総和用加算器14から与えられた疑似エコー信号Y'(n)を減算することにより、A/D変換器6から出力された信号Y(n)に含まれているエコー成分を除去するものである。

【0045】適応フィルタ10及びエコー打ち消し用加算器7は、シングルトーク状態だけでなく、常時有効に機能しているものである。一方、後述するノイズパワー

$$N_p(j) = a_1 \cdot N_p(j-1) + ABS(e_1(j)) \cdot (1 - a_1) \quad \dots (9)$$

ここで、係数 a_1 は平滑の度合いを表す係数であり、通常 $0 < a_1 < 1$ の範囲で任意に選択される。例えば、 $a_1 = 0.5$ とする。当然に、 0.5 以外であっても良い。また、現フレームの繰り返し演算における初期値 $N_p(0)$ は0である。さらに、絶対値演算 $ABS(e_1(j))$ に代えて、2乗計算 $e_1(j) \cdot e_1(j)$ を適用するようにしても良い。

【0049】ノイズパワー計算器15は、現フレームについての最終サンプルに対する処理が終了したときの計算値 $N_p(J)$ をノイズパワー情報とし、現フレームにおけるノイズパワー情報 $N_p(J)$ を予め定められている閾値と比較し、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ より小さいときに、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ をステップゲイン切り替え判定器16に出力する。

$$a_{h1}(m) = ABS(H(m)) \quad \dots (10)$$

$$a_{vah1}(m) = \delta \cdot a_{h1}(m) + (1 - \delta) \cdot a_{vah1}(m-1) \quad \dots (11)$$

ここで、 a_{vah1} の初期値 $a_{vah1}(0)$ は0である。また、 δ は平滑の度合いを決定する係数であり、 $0 < \delta < 1$ の範囲で任意に定められるものであり、例えば、 0.5 を適用できる（ 0.5 に限定されるものではない）。また、(11)式に代えて、所望個数 m の絶対値 $a_{h1}(0) \sim a_{h1}(m)$ の単純平均計算式を適用するようにしても良い。

【0053】このようにして得られた係数絶対値平滑演算結果 $a_{vah1}(m)$ は、タップ係数の絶対値の急激な

計算器15、ステップゲイン切り替え判定器16、係数絶対値計算器17、ステップゲイン発生器18及び更新残差選択器20は、シングルトーク状態においてのみ、有効に機能して、適応フィルタ10のタップ係数を更新させる。

【0046】ノイズパワー計算器15には、エコー打ち消し用加算器7の出力信号 $e_1(n)$ が入力される。ノイズパワー計算器15は、エコー打ち消し用加算器7の出力信号 $e_1(n)$ に送話者音声の成分 $S(n)$ がないときに、背景雑音成分及びエコー成分の重畳成分のパワー情報 N_p を計算するものである。エコー打ち消し用加算器7の出力信号 $e_1(n)$ に送話者音声の成分 $S(n)$ がないことは、図示しないダブルトーク検出器から与えられるようになされている。

【0047】ノイズパワー計算器15は、例えば、J個のサンプルでなるフレーム毎に処理を行うものであり、(9)式に示すように、エコー打ち消し用加算器7の出力信号 $e_1(n)$ の絶対値の平滑演算を行ってパワー情報 N_p を得る。(9)式における $ABS(e_1(j))$ は絶対値演算を示しており、 $j(1 \sim J)$ はフレーム内サンプル番号を表している。

【0048】

【0050】なお、(9)式によってノイズパワー情報 N_p を得るのではなく、エコー打ち消し用加算器7の出力信号 $e_1(n)$ の絶対値のフレーム内での単純平均によって、ノイズパワー情報 N_p を得るようにしても良い。

【0051】係数絶対値計算器17には、係数レジスタ11に保持されているタップ係数が与えられる。係数絶対値計算器17は、ノイズパワー計算器15からの出力 $N_p(J)$ をステップゲイン切り替え判定器16に与えられているときに、(10)式に示すように、各タップ係数 $H(m)$ (m は $1 \sim I$ であってタップ順番を表す； I はタップ数)の絶対値 $a_{h1}(m)$ を求め、その後、(11)式に示すように、各タップについての絶対値を m 個ずつ用いた平滑値 $a_{vah1}(m)$ を計算する。

$$a_{h1}(m) = ABS(H(m)) \quad \dots (10)$$

$$a_{vah1}(m) = \delta \cdot a_{h1}(m) + (1 - \delta) \cdot a_{vah1}(m-1) \quad \dots (11)$$

変化だけを取り除いた特性となる。

【0054】図3は、このことを説明するための信号波形図である。図3(a)に示すように変化する m 番目のタップ係数 $H(m)$ が変化するとき、その絶対値 $a_{h1}(m) (= ABS(H(m)))$ は、図3(b)に示すように変化し、 $m-1$ 番目までのタップに係る絶対値 $a_{h1}(1) \sim a_{h1}(m-1)$ も利用されたその平滑値 $a_{vah1}(m)$ は、図3(c)に示すように、タップ係数の絶対値の急激な変化だけが取り除かれたものとなる。

【0055】ステップゲイン切り替え判定器16には、ノイズパワー計算器15からノイズパワー情報 $N_p(J)$ が与えられると共に、係数絶対値計算器17から係数絶対値平滑演算結果 $avah1(0) \sim avah1(I)$ が与えられる。

【0056】ステップゲイン切り替え判定器16は、ステップゲイン発生器18が、後述するように、1番からM番のタップに対して第1のステップゲイン $\alpha 1$ を発生し、 $M+1$ 番からI番のタップに対して第2のステップゲイン $\alpha 2$ を発生するに際して、その境界となるMを、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ 及び係数絶対値平滑演算結果 $avah1(0) \sim avah1(I)$ に基づいて決定するもの

$$N_p(J) + \varepsilon < avah1(m)$$

ここで、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ に予め定められたオフセット ε を加えるのは、判定がノイズの変動に過敏になるのを防止するためである。

【0059】タップ係数の更新に用いるステップゲインを、2段階で切り替えるようにしているのは以下の理由による。現在時刻のサンプル側に対応している若番側の1～M番目のタップ係数は、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ より大きな振幅を持つ性質を有するため背景雑音の影響が小さいのでステップゲインを大きくし、より過去のサンプル側の $M+1 \sim I$ 番目のタップ係数はノイズパワー情報 $N_p(J)$ の影響が大きいので、ステップゲインを小にする。

【0060】例えば、1～M番目のタップ係数に対してはステップゲイン $\alpha 1$ を0.7とし、 $M+1 \sim I$ 番目のタップ係数に対してはステップゲイン $\alpha 2$ を0.125とする。第1及び第2のステップゲイン $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ の具体的な値は、0から1の範囲の値であればこれに限定されるものではない。但し、第1のステップゲイン $\alpha 1$ を第2のステップゲイン $\alpha 2$ より大きく選定する。

【0061】ステップゲイン発生器18には、ステップゲイン切り替え判定器16が判定したステップゲインを切り替える境界タップ順番情報Mが与えられる。また、ステップゲイン発生器18には、ディジタル受信信号 $X(n)$ が与えられると共に、更新残差選択器20から出力

$$H_m(n+1) = H_m(n) + \alpha \cdot X_m(n) \cdot e_3(n) / (\sum X_i(n) \cdot X_i(n))$$

$$\text{但し、} 1 \leq m \leq M \text{ のとき } \alpha = \alpha 1$$

$$M+1 \leq m \leq I \text{ のとき } \alpha = \alpha 2 \quad \dots (13)$$

$$H_m(n+1) = H_m(n)$$

$$+ \alpha 2 \cdot X_m(n-d) \cdot e_3(n) / (\sum X_i(n-d) \cdot X_i(n-d)) \quad \dots (14)$$

更新残差選択器20には、ディジタル受信信号 $X(n)$ 、ノイズキャンセラ19の出力信号 $e_2(n)$ 、及び、ノイズキャンセラ19への入力信号 $e_1(n)$ が入力されている。

【0066】更新残差選択器20は、これら信号に基づいて、エコー成分の除去状況や背景雑音成分の除去状況をとりまて（結局、背景雑音成分の多少をとりまてい

である。

【0057】ステップゲイン切り替え判定器16は、具体的には、タップ順番パラメータ m をIから1に向かって変化させながら、(12)式に示すように、係数絶対値平滑演算結果 $avah1(m)$ と、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ に予め定められたオフセット ε を加えた値とを大小比較し、係数絶対値平滑演算結果 $avah1(m)$ が、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ に予め定められたオフセット ε を加えた値より最初に大きくなった $m (=M)$ を検出する処理を行う。

【0058】

$$\dots (12)$$

されたエコー残差の情報 $e_3(n)$ が与えられる。

【0062】ステップゲイン発生器18は、タップ係数の更新構成を内蔵しており、境界タップ順番情報Mが指示するタップ順番に基づいて、1～Mのタップのタップ係数更新用のステップゲイン α として第1のステップゲイン $\alpha 1$ を発生すると共に、 $M+1 \sim I$ のタップのタップ係数更新用のステップゲイン α として第2のステップゲイン $\alpha 2$ を発生して、タップ係数の更新を、例えば、(13)式に示すような公知の学習同定法等を用いて行う。

【0063】なお、(13)式が適用される場合は、更新残差選択器20がノイズキャンセラ19への入力信号 $e_1(n)$ を選択している場合であり、後述するように、

(14)式が適用される場合もある。(14)式は、ノイズキャンセラ14の出力信号 $e_2(n)$ をタップ係数の更新に利用する場合であり、ノイズキャンセラ19での処理遅延 d を考慮し、タップ係数の更新に用いる信号間で時間軸上での一致を達成しているものである。

【0064】(13)式又は(14)式において、 $H_m(n)$ は、時刻 n での m (m は1～I)番目のタップのタップ係数を表し、 $X_m(n)$ は、時刻 n での m 番目のタップのサンプル値を表している。また、(13)式又は(14)式における総和 Σ は、 i が1～Iについてである。

【0065】

る)、ステップゲイン発生器18に与えるエコー残差情報 $e_3(n)$ として、ノイズキャンセラ19の出力信号 $e_2(n)$ 、又は、ノイズキャンセラ19への入力信号 $e_1(n)$ を選択すると共に、その選択内容に応じて、(13)式又は(14)式のいずれを適用するかもステップゲイン発生器18に指示するものである。

【0067】更新残差選択器20は、具体的には、

ば以下のような処理を行う。更新残差選択器20は、受信信号 $X(n)$ とノイズキャンセラ19の出力信号 $e_2(n)$ の比からエコー除去量 $ACOM$ を求め、また、ノイズキャンセラ19の出力信号 $e_2(n)$ とノイズキャンセラ19への入力信号 $e_1(n)$ の比からノイズ除去量 $NCANC$ を求める。

【0068】次に、更新残差選択器20は、ノイズ除去量 $NCANC$ と予め定められている閾値とを比較すると共に、エコー除去量 $ACOM$ と予め定められている閾値とを比較し、その各比較結果の組み合わせに応じて、以下のように、信号の選択動作などを行う。

【0069】(1) $NCANC < \epsilon$ 、かつ、 $ACOM \geq \epsilon$ のときには、背景雑音成分を除去する前の段階で十分にレベルが小さくなっているため、ノイズ更新残差選択器20は、背景雑音成分が小さい状況にあるとみなして、ノイズキャンセラ19への入力信号 $e_1(n)$ をタップ係数の更新に用いるエコー残差情報 $e_3(n)$ として選択してステップゲイン発生器18に与えると共に、(13)式に従って、タップ係数を更新することを指示する。

【0070】なお、このときには、更新残差選択器20は、ノイズキャンセラ19に対して除去動作を行うことを停止させることを指示し、又は、エコーキャンセラ21からの出力信号 $e_1(n)$ を図示しないスイッチを介することでノイズキャンセラ19を迂回してD/A変換器8に入力させるようにする。

【0071】(2) $ACOM < \epsilon$ のときには($NCANC < \epsilon$ であるときも、 $NCANC \geq \epsilon$ であるときも含む)、更新残差選択器20は、背景雑音成分が大きいためにエコー成分の除去量が小さくなっているとみなして、ノイズキャンセラ19の出力信号 $e_2(n)$ を全てのタップ係数の更新に用いるエコー残差情報 $e_3(n)$ として選択してステップゲイン発生器18に与えると共に、(14)式に従って、タップ係数を更新することを指示する。

【0072】上述した(14)式において、全てのタップ係数の更新に用いるステップゲインとして小さな値の第2のステップゲイン α_2 を適用するようにしているのは、背景雑音成分が多い状況においては、エコー残差情報 $e_3(n)$ をタップ係数に反映させる度合いを小さく抑えさるべきであるからである。

【0073】(3) $NCANC \geq \epsilon$ 、かつ、 $ACOM \geq \epsilon$ のときには、更新残差選択器20は、背景雑音成分が上述した(1)のときと(2)のときの中間程度とみなして、ステップゲイン切り替え判定器16が決定した境界までの1番目からM番目のタップ係数の更新用の信号として、ノイズキャンセラ19への入力信号 $e_1(n)$ をタップ係数の更新に用いるエコー残差情報 $e_3(n)$ として選択してステップゲイン発生器18に与え、(13)式に従って、タップ係数を更新することを指示すると共

に、 $M+1$ 番目からI番目のタップ係数の更新用の信号として、ノイズキャンセラ19の出力信号 $e_2(n)$ をタップ係数の更新に用いるエコー残差情報 $e_3(n)$ として選択してステップゲイン発生器18に与える、(14)式に従って、タップ係数を更新することを指示する。

【0074】なお、このときに(13)式を適用する場合のステップゲインは、第1のステップゲイン α_1 に固定される。

【0075】更新残差選択器20が、いずれの処理モードを決定した場合であっても、第1のステップゲイン α_1 を選択したときにはタップ係数の更新は収束速度に優れ、第2のステップゲイン α_2 を選択したときにはタップ係数の更新は雑音の影響を受けにくくなる。すなわち、このエコーキャンセラ21は、耐雑音性にすぐれ、エコー除去特性の優れたものとなる。

【0076】次に、以上のような機能を有する各構成要素からなる第1の実施形態のエコーキャンセラ装置の動作を説明する。

【0077】受信端子1を介して入力された対向する装置からの受信信号は、A/D変換器2によって、デジタル信号 $X(n)$ に変換されてエコーキャンセラ21及びD/A変換器3に与えられる。このデジタル受信信号 $X(n)$ は、D/A変換器3によって、アナログ信号に変換されてスピーカ4に与えられ、スピーカ4から発音出力される。

【0078】スピーカ4から発音出力された音響の一部は、自動車内等の反響経路(エコーパス)を経てエコー Y となってマイクロホン5に到達し、マイクロホン5によって、送話者音声 S や背景雑音 N などと共に電気信号に変換される。

【0079】マイクロホン5からの信号は、A/D変換器6によって、デジタル信号 $Y(n)$ に変換されてエコーキャンセラ21に入力され、エコーキャンセラ21が、デジタル受信信号 $X(n)$ 及びそのときのタップ係数から形成した疑似エコー信号 $Y'(n)$ が減算されて、A/D変換器6から出力された信号 $Y(n)$ に含まれているエコー成分が除去される。

【0080】このエコー成分除去後の信号 $e_1(n)$ は、ノイズキャンセラ19に与えられ、ノイズキャンセラ19によって、エコーキャンセラ21で除去できなかった背景雑音成分 $N(n)$ が除去され、この除去後の送信信号 $e_2(n)$ がD/A変換器8によって、アナログ信号に変換されて、送信端子9から対向する装置に向けて出力される。

【0081】エコーキャンセラ21の適応フィルタ10においては、次のようにして、疑似エコー信号 $Y'(n)$ を形成する。

【0082】A/D変換器2からの受信信号 $X(n)$ は、保持レジスタ13に、当該適応フィルタのタップ数分だけ保持され、一方、タップ係数は、係数レジスタ11に

保持されている。そして、乗算器群 1 2 を構成している各乗算器によって、同一タップに係る受信信号サンプルとタップ係数とが乗算され、総和用加算器 1 4 によって、全ての乗算結果の総和が求められて、疑似エコー信号 $Y'(n)$ が形成され、エコー打ち消し用加算器 7 に与えられて、A/D 変換器 6 から出力された信号 $Y(n)$ に含まれているエコー成分が除去される。

【0083】次に、シングルトーク状態において実行される適応フィルタ 1 0 のタップ係数の更新動作について説明する。

【0084】ノイズパワー計算器 1 5 には、エコー打ち消し用加算器 7 の出力信号（ノイズキャンセラ 1 9 への入力信号） $e_1(n)$ が入力され、このノイズパワー計算器 1 5 によって、ノイズパワー情報 $N_p(J)$ が計算され、このノイズパワー情報 $N_p(J)$ が所定閾値より大きいときにこのノイズパワー情報 $N_p(n)$ がステップゲイン切り替え判定器 1 6 に与えられる。

【0085】一方、係数絶対値計算器 1 7 には、係数レジスタ 1 1 に保持されているタップ係数が与えられ、この係数絶対値計算器 1 7 によって、ノイズパワー計算器 1 5 からのノイズパワー情報 $N_p(J)$ をステップゲイン切り替え判定器 1 6 に与えられているときに、各タップ係数 $H(m)$ の絶対値 $a_{h1}(m)$ をタップ順番が若い方から m (m は 1 ~ I) 個ずつ用いた I 個の平滑値 $av_{ah1}(1) \sim av_{ah1}(I)$ が計算されてステップゲイン切り替え判定器 1 6 に与えられる。

【0086】ステップゲイン切り替え判定器 1 6 において、これら情報 $N_p(J)$ 及び $av_{ah1}(0) \sim av_{ah1}(I)$ に基づいて、背景雑音成分の影響を受ける度合いが小さいタップ係数と、背景雑音成分の影響を受ける度合いが大きいタップ係数とのタップ位置の境界 M が計算されて、ステップゲイン発生器 1 8 に与えられる。

【0087】一方、更新残差選択器 2 0 には、ディジタル受信信号 $X(n)$ 、ノイズキャンセラ 1 9 の出力信号 $e_2(n)$ 、及び、ノイズキャンセラ 1 9 への入力信号 $e_1(n)$ が入力されており、更新残差選択器 2 0 によって、エコー除去量 $ACOM$ 及びノイズ除去量 $NCANC$ が計算された後、エコー除去量 $ACOM$ 及びノイズ除去量 $NCANC$ に基づいて、背景雑音成分の多少が 3 段階で判断される。

【0088】そして、背景雑音成分の多少の判断結果が少ないという結果のときには、更新残差選択器 2 0 によって、ノイズキャンセラ 1 9 への入力信号 $e_1(n)$ が選択されてステップゲイン発生器 1 8 に与えられる。

【0089】このとき、ステップゲイン発生器 1 8 によって、境界タップ位置 M までの各タップ j のタップ係数については、値が大きい第 1 のステップゲイン α_1 が適用されて、受信信号サンプル $X_m(n)$ 及びノイズキャンセラ 1 9 への入力信号 $e_1(n)$ を利用したタップ係数の更新処理が実行され、境界タップ位置 M 以降の各タップ m

のタップ係数については、値が小さい第 2 のステップゲイン α_2 が適用されて、受信信号サンプル $X_j(n)$ 及びノイズキャンセラ 1 9 への入力信号 $e_1(n)$ を利用したタップ係数の更新処理が実行される（（13）式参照）。

【0090】なお、このときには、更新残差選択器 2 0 によって、ノイズキャンセラ 1 9 が有効に機能しないように制御される。

【0091】また、背景雑音成分の多少の判断結果が多いという結果のときには、更新残差選択器 2 0 によって、ノイズキャンセラ 1 9 の出力信号 $e_2(n)$ が選択されてステップゲイン発生器 1 8 に与えられる。

【0092】このとき、ステップゲイン発生器 1 8 によって、全てのタップのタップ係数について、値が小さい第 2 のステップゲイン α_2 が適用されて、ノイズキャンセラ 1 9 の処理遅延を考慮された受信信号サンプル $X_m(n-d)$ 及びノイズキャンセラ 1 9 の出力信号 $e_2(n)$ を利用したタップ係数の更新処理が実行される（（14）式参照）。

【0093】さらに、背景雑音成分の多少の判断結果が中間という結果のときには、更新残差選択器 2 0 によって、境界タップ位置 M までの各タップ m のタップ係数の更新用として、ノイズキャンセラ 1 9 への入力信号 $e_1(n)$ が選択されると共に、境界タップ位置 M 以降の各タップ m のタップ係数の更新用として、ノイズキャンセラ 1 9 の出力信号 $e_2(n)$ が選択されてステップゲイン発生器 1 8 に与えられる。

【0094】このとき、ステップゲイン発生器 1 8 によって、境界タップ位置 M までの各タップ j のタップ係数については、値が大きい第 1 のステップゲイン α_1 が適用されて、受信信号サンプル $X_m(n)$ 及びノイズキャンセラ 1 9 への入力信号 $e_1(n)$ を利用したタップ係数の更新処理が実行され、境界タップ位置 M 以降の各タップ m のタップ係数については、値が小さい第 2 のステップゲイン α_2 が適用されて、ノイズキャンセラ 1 9 の処理遅延を考慮された受信信号サンプル $X_m(n-d)$ 及びノイズキャンセラ 1 9 の出力信号 $e_2(n)$ を利用したタップ係数の更新処理が実行される（（13）式及び（14）式参照）。

【0095】このようにして更新されたタップ係数は、係数レジスタ 1 1 に与えられて再設定される。

【0096】以上のように、第 1 の実施形態のエコーキャンセラ装置によれば、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を検出し、この検出結果に応じて、ステップゲインを切り替えてタップ係数を更新するようにしたので、白色雑音や非白色雑音などの背景雑音成分の統計的な性質などに影響を受けることなく、タップ係数を適切に更新することができる。

【0097】また、第 1 の実施形態のエコーキャンセラ装置によれば、背景雑音成分の多少を検出し、この検出

結果に応じて、ステップゲインやエコー残差情報を切り替えてタップ係数を更新するようにしたので、この点からも、白色雑音や非白色雑音などの背景雑音成分の統計的な性質などに影響を受けることなく、タップ係数を適切に更新することができる。

【0098】その結果、第1の実施形態のエコーキャンセラ装置のエコー除去特性は、優れたものとなる。

【0099】(B) 第2の実施形態

次に、本発明によるエコーキャンセラ装置の第2の実施形態を図面を参照しながら詳述する。

【0100】ここで、図4がこの第2の実施形態のエコーキャンセラ装置の全体構成を示すブロック図であり、上述した第1の実施形態に係る図1との同一、対応部分には同一符号を付して示している。

【0101】この第2の実施形態は、適応フィルタ10のタップ係数の更新構成が第1の実施形態と異なっている。この第2の実施形態は、図4及び図1の比較から明

$$H_m(n+1) = H_m(n) + \alpha \cdot X_m(n-d) \cdot e_2(n) / (\sum X_i(n-d) \cdot X_i(n-d))$$

但し、 $1 \leq m \leq M$ のとき $\alpha = \alpha_1$

$M+1 \leq m \leq I$ のとき $\alpha = \alpha_2$... (15)

以上のような点を除いた第2の実施形態の構成及び動作は、第1の実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【0105】第2の実施形態によっても、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を検出し、これらの検出結果に応じて、タップによってステップゲインを切り替えてタップ係数を更新するようにしたので、白色雑音や非白色雑音などの背景雑音成分の統計的な性質などに影響を受けることなく、タップ係数を適切に更新することができる。

【0106】これに加えて、第2の実施形態によれば、更新残差選択器20が不要であるので、当該エコーキャンセラ装置がハードウェアによる場合であれば構成を簡単なものとでき、ソフトウェアによる場合であればエコー除去やタップ係数の更新処理の高速化を達成することができる。ここで、ノイズキャンセラ19の処理遅延が問題にならない場合には、タップ係数の更新に利用する過去の受信信号サンプルの保持構成や保持処理などが簡単になり、上記効果は特に大きなものとなる。

【0107】(C) 第3の実施形態

次に、本発明によるエコーキャンセラ装置の第3の実施形態を、図面を参照しながら、簡単に説明する。

【0108】ここで、図5がこの第3の実施形態のエコーキャンセラ装置の全体構成を示すブロック図であり、

$$H_m(n+1) = H_m(n) + \alpha \cdot X_m(n) \cdot e_1(n) / (\sum X_i(n) \cdot X_i(n))$$

但し、 $1 \leq m \leq M$ のとき $\alpha = \alpha_1$

$M+1 \leq m \leq I$ のとき $\alpha = \alpha_2$... (16)

以上のような点を除いた第3の実施形態の構成及び動作

らかなように、第1の実施形態とは異なって、更新残差選択器20が設けられておらず、ノイズキャンセラ19の出力信号 $e_2(n)$ が常時タップ係数の更新用のエコー残差情報としてステップゲイン発生器18に与えられている。

【0102】すなわち、この第2の実施形態では、背景雑音成分の多少を検出してタップ係数の更新方法を切り替えることを実行せず、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を検出し、タップによって、適用するステップゲインの切り替えてタップ係数を更新するようになされている。

【0103】この第2の実施形態のステップゲイン発生器18が、実行するタップ係数の更新式は、(15)式で表すことができる。

【0104】

上述した第1の実施形態に係る図1との同一、対応部分には同一符号を付して示している。

【0109】この第3の実施形態は、適応フィルタ10のタップ係数の更新構成が第1及び第2の実施形態と異なっている。この第3の実施形態は、ノイズキャンセラ19を備えないエコーキャンセラ装置に本発明を適用した例であり、図5及び図1の比較から明らかなように、第1の実施形態とは異なって、ノイズキャンセラ19及び更新残差選択器20が設けられておらず、エコーキャンセラ21からの出力信号 $e_1(n)$ が常時タップ係数の更新用のエコー残差情報としてステップゲイン発生器18に与えられている。

【0110】すなわち、この第3の実施形態では、背景雑音成分の多少を検出してタップ係数の更新方法を切り替えることを実行せず、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を検出し、タップによって、適用するステップゲインの切り替えてタップ係数を更新するようになされている。また、タップ係数の更新用のエコー残差情報として、常時、用いられるようになされている。

【0111】この第3の実施形態のステップゲイン発生器18が、実行するタップ係数の更新式は、(16)式で表すことができる。

【0112】

は、第1の実施形態と同様であるので、その説明は省略

する。

【0113】第3の実施形態によっても、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を検出し、これらの検出結果に応じて、タップによってステップゲインを切り替えてタップ係数を更新するようにしたので、白色雑音や非白色雑音などの背景雑音成分の統計的な性質などに影響を受けることなく、タップ係数を適切に更新することができる。

【0114】これに加えて、第3の実施形態によれば、更新残差選択器20及びノイズキャンセラ19が不要であるので、全体構成を簡単にでき、又は、全体の処理を簡単なものとして行うことができる。

【0115】(D) 他の実施形態

上記各実施形態の説明においても、種々変形実施形態について言及したが、さらに、以下のような変形実施形態を挙げることができる。

【0116】上記各実施形態においては、2種類のステップゲインを切り替えるものを示したが、ノイズパワー情報との比較閾値を複数設けて、3種類以上のステップゲインを切り替えるようにしても良い。

【0117】また、上記各実施形態においては、適応フィルタのタップ係数の更新方法が学習同定法に従うものであったが、他のアルゴリズムに従うものであっても良い。すなわち、他のアルゴリズムであっても、1回の更新毎に(1ステップ処理)、その時点の信号を反映させるステップゲインを必要としており、また、エコー成分の除去残りであるエコー残差の情報をフィードバックさせる必要があるため、本発明を適用することができる。

【0118】さらに、上記各実施形態においては、ノイズパワー計算器16及び係数絶対値計算器17が絶対値演算を利用しているものを示したが、絶対値演算に代えて、2乗演算を適用するようにしても良い。

【0119】さらにまた、上記第1の実施形態においては、背景雑音成分の多少によって場合分けされた3種類のタップ係数の更新方法でも、2種類のステップゲインのいずれかを用いるものであったが、背景雑音成分の多少によって場合分けされた3種類のタップ係数の更新方法で、適用するステップゲインを切り替えるようにしても良い。例えば、背景雑音成分が少ない場合には $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ のいずれかを適用し、背景雑音成分が多い場合には $\alpha 3$ を適用し、背景雑音成分が中間程度の場合には $\alpha 4$ 及び $\alpha 5$ のいずれかを適用するようにしても良い。

【0120】また、上記第1の実施形態においては、背景雑音成分の多少を3段階に分けるものを示したが、2段階又は4段階以上に分けるようにしても良い。さらに、背景雑音成分の多少の判断方法も、上記第1の実施形態に記載のものに限定されない。例えば、エコー除去量の算出にノイズキャンセラ19の出力信号 $e 2(n)$ を利用するようにしても良い。また、除去量の算出に

比ではなく2信号の絶対値の差分で定めるようにしても良い。

【0121】さらに、上記第1の実施形態においては、タップによってステップゲインを切り替えることと、背景雑音成分の多少によってステップゲインを切り替えることとを併用したものを示したが、背景雑音成分の多少によってステップゲインを切り替えることだけを行うようにしても良い。

【0122】

【発明の効果】第1の本発明のエコーキャンセラ装置によれば、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を1又は複数検出する雑音影響タップ境界位置決定手段と、決定された境界タップ位置の前後で、適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有するので、背景雑音成分の性質によらずに適応フィルタのタップ係数を適切に更新でき、エコー除去特性を一段と高めることができる。

【0123】また、第2の本発明のエコーキャンセラ装置によれば、エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分の多少を検出し、多少の段階を示す情報を出力する背景雑音成分量検出手段と、背景雑音成分の多少の段階によって、適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有するので、背景雑音成分の性質によらずに適応フィルタのタップ係数を適切に更新でき、エコー除去特性を一段と高めることができる。

【0124】さらに、第3の本発明のエコーキャンセラ装置によれば、背景雑音成分の影響を大きく受けるタップ係数と背景雑音成分の影響を小さく受けるタップ係数との境界タップ位置を1又は複数検出する雑音影響タップ境界位置決定手段と、エコー成分除去後の送信信号に基づいて、背景雑音成分の多少を検出し、多少の段階を示す情報を出力する背景雑音成分量検出手段と、雑音影響タップ境界位置決定手段によって決定された境界タップ位置情報と、背景雑音成分量検出手段によって検出された背景雑音成分の多少の段階とに基づいて、適応フィルタのタップ係数の更新に用いるステップゲインを切り替えるステップゲイン決定手段とを有するので、背景雑音成分の性質によらずに適応フィルタのタップ係数を適切に更新でき、エコー除去特性を一段と高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】従来の構成を示すブロック図である。

【図3】第1の実施形態の係数絶対値計算器及びステップゲイン切り替え判定器の機能を説明する信号波形図で

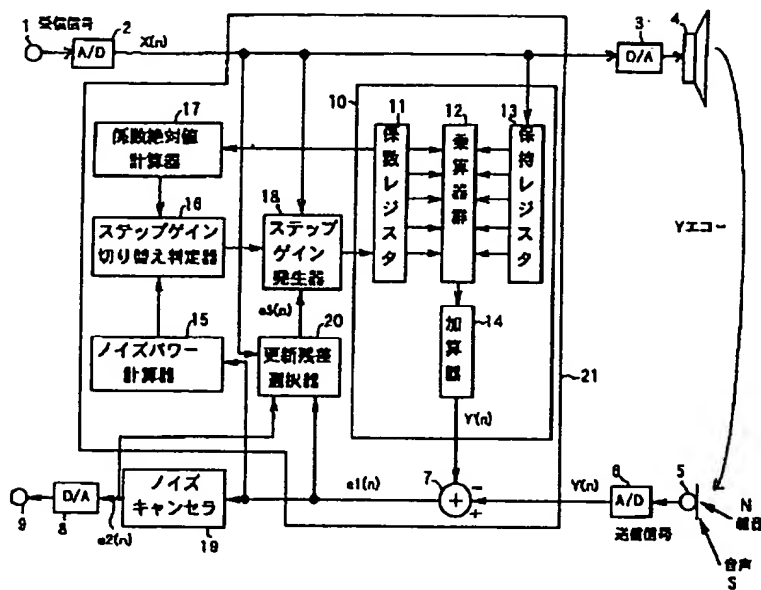
【図5】第3の実施形態の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

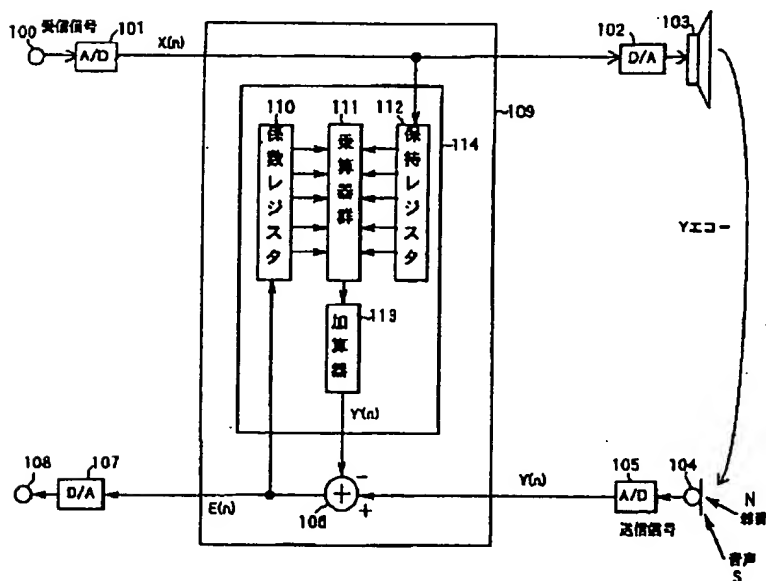
7…エコー打ち消し用加算器、10…適応フィルタ、1

１…係数レジスタ、１２…乗算器群、１３…保持レジスタ、
 １４…総和用加算器、１５…ノイズパワー計算器、
 １６…ステップゲイン切り替え判定器、１７…係数絶対
 値計算器、１８…ステップゲイン発生器、１９…ノイズ
 キャンセラ、２０…更新残差選択器、２１…エコーキャン
 セラ。

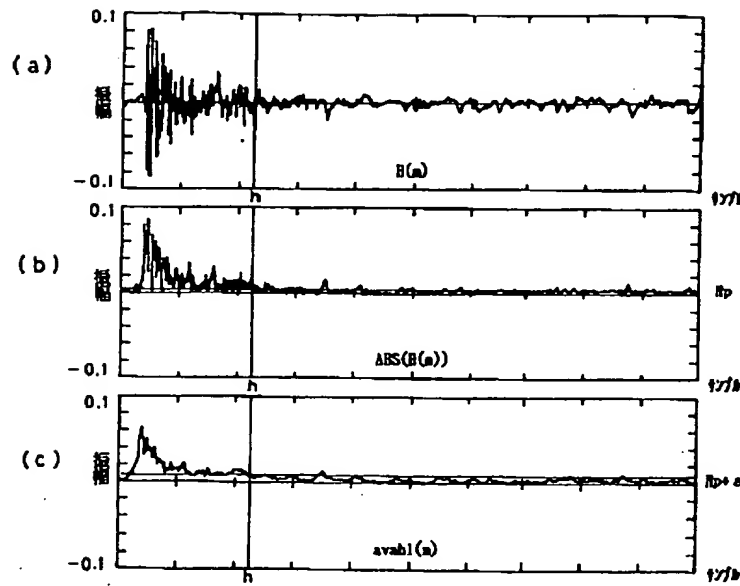
【图 1】



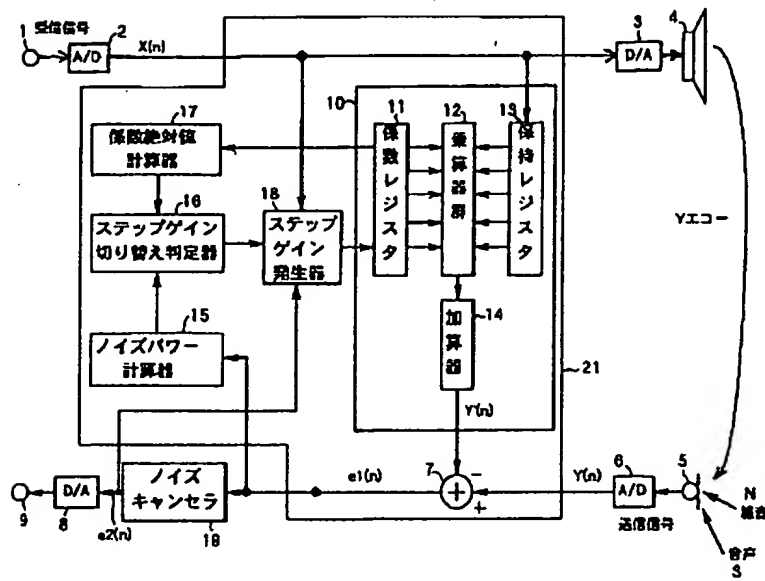
【図2】



【図 3】



【図 4】



【図5】

